

Användning av verklig efterfrågefördelning

Stig-Arne Mattsson

Sammanfattning

För att dimensionera säkerhetslager och beställningspunkter vid lagerstyrning med utgångspunkt från en målsatt servicenivå måste man använda någon efterfrågefördelning som beskriver hur efterfrågan varierar över tiden. Oftast antar man att efterfrågan är normalfördelad eller Poissonfördelad. Att den verkliga efterfrågan motsvarar dessa eller andra standardiserade fördelningar är emellertid inte självklart och det kan finnas skäl att i stället använda sig av den verkliga efterfrågefördelning som kan genereras från historisk förbrukning. Med den processor- och minneskapacitet som finns i dagens datorer är detta också fullt möjligt.

Syftet med det projekt som redovisas i denna rapport är att studera några olika sätt att sannolikhetsgenerera en beställningspunkt så att den motsvarar den kvantitet som historiskt skulle medfört att målsatt servicenivå kunnat uppnås. Syftet är också att värdera vad det skulle betyda att använda ett sådant tillvägagångssätt. De resultat som erhållits kan översiktligt sammanfattas i följande punkter.

Det finns tre utvecklade sätt att generera verkliga efterfrågefördelningar. Samtliga är praktiskt användbara men det saknas systemstöd för att använda dem i på marknaden förekommande affärssystem.

För efterfrågan med liten eller måttlig variation har inga signifikanta skillnader mellan att använda verklig efterfrågefördelning och normalfördelning kunnat påvisas. Vid stora efterfrågevariationer och speciellt om det finns inslag av extremvärden i efterfrågan, vilket ofta är fallet för lågrörliga artiklar, kan det däremot finnas skäl att överväga användning av på historik baserad sannolikhetsgenererad efterfrågan i stället för att basera beställningspunktsberäkningen på en antagen standardfördelning.

1 Inledning

1.1 Bakgrund

Vid lagerstyrning måste beslut återkommande fattas om när lager skall fyllas på, dvs. man måste vid utläggning av ny order fastställa när ny inleverans skall ske. Detta beslut baseras på en föreställning om hur länge lagret räcker och därmed på en bedömning av hur stor efterfrågan kommer att bli i framtiden. Eftersom det är fråga om framtidsbedömningar är besluten följaktligen förknippade med osäkerhet. Underskattas efterfrågan kommer det att uppstå brist och överskattas den kommer lagret att bli onödigt stort.

För att gardera sig mot att brister uppstår och därmed kunna uppnå en konkurrenskraftig servicenivå, använder man sig av säkerhetslager för att fånga upp en oförutsedd stor efterfrågan. Att dimensionera sådana säkerhetslager är en fråga om att avväga kostnader för kapitalbindning och lagerhållning mot de kostnader som uppstår när bristsituationer inträffar. Denna avvägning av kostnader kan endast åstadkommas på ett rimligt optimalt sätt om man känner till hur efterfrågan varierar över tiden, dvs. man känner till eller kan uppskatta efterfrågans fördelning.

1.2 Problemdiskussion

Traditionellt har problemet med att utgå från en fördelning lösts genom att anta att efterfrågevariationerna följer någon form av standardiserad efterfrågefördelning, vanligtvis en normalfördelning eller en Poissonfördelning. Även andra fördelningar har kommit till användning.

Att välja lämplig fördelning kan ha stor betydelse. Detta har bland andra illustrerats av DeLurgio och Bahmed (1991, sid 592). De har med hjälp av enkla beräkningar påvisat vilka skillnader det kan föreligga om man utgår från ett antagande om att den verkliga efterfrågefördelningen motsvarar en Poissonfördelning eller en normalfördelning. Vid samma medelvärden och standardavvikelse medförde Poissonfördelningen storleksordningen dubbelt så stora bristkvantiteter per lagercykel som normalfördelningen för lågrörliga artiklar.

I litteraturen finns det delade meningar om hur betydelsefullt valet av fördelning är. Utifrån ett mer praktiskt perspektiv argumenterar Wilkingson (1996, sid 239) för att val av efterfrågefördelning har mindre betydelse och att "irrespective of volume and variability it is valid to assume a normal distribution". Silver och Peterson (1985, sid 289) menar att de fel som begås genom att använda normalfördelning är små i jämförelse med andra inslag av osäkerheter vid dimensionering och användning av beställningspunkter. I motsats till detta hävdar Lau (1989, sid 99) att om man använder en normalfördelning och den verkliga efterfrågefördelningen inte är normal kommer man att få stora skillnader mellan beräknat och optimalt säkerhetslager och stora skillnader i erhållen servicenivå jämfört med önskad. Zotteri (2000, sid 32) menar att betydelsen av att välja rätt efterfrågefördelning är speciellt viktig ju högre servicenivå man vill ha. Skillnaderna i erforderlig lagerstorlek är i sådana fall starkt beroende av vald fördelning. En liknande uppfattning redovisas också av Bookbinder och Lordahl (1989, sid 302).

Den fråga man ställs inför i det här sammanhanget är vilken fördelning man bör välja i en konkret situation. I litteraturen har ett antal riktlinjer formulerats som underlag för val av fördelning. Se exempelvis Mattsson (2003) för val mellan normalfördelning och Poissonfördelning. Riktlinjerna är emellertid ganska begränsade till enstaka fördelningar och de uttrycker i första hand när man kan använda en fördelning och mindre av vad man skall använda i stället om de uppställda villkoren inte är uppfyllda.

Fördelen med att använda någon standardfördelning är att man inte behöver tillgång till omfattande historik och inte behöver göra omfattande datorbearbetningar. Används exempelvis normalfördelning är de beräkningar som måste utföras också förhållandevis enkla att utföra.

Användning av standardfördelningar för att modellera efterfrågevariationer innebär emellertid också ett antal nackdelar. Det är svårt att veta i vilken utsträckning de på ett rimligt korrekt sätt representerar de verkliga efterfrågevariationerna. Graden av överensstämmelse kan

också förändras över tiden. Till nackdelarna räknas också att de matematiska och statistiska samband som måste användas vid tillämpning av standardfördelningar ofta är svåra att förstå för personal som arbetar med lagerstyrning.

En naturlig fråga att ställa sig i det här sammanhanget är; Varför över huvud taget arbeta med standardiserade efterfrågefördelningar? Varför inte i stället generera en verklig efterfrågefördelning med utgångspunkt från efterfrågehistorik och använda den för dimensionering av säkerhetslager och beställningspunkter? Man behöver då inte bekymra sig om ifall villkoren för den använda standardfördelningen är uppfyllda eller ej. Däremot innebär förfarandet ett antagande om att det historiska efterfrågemönstret är representativt även för den framtida efterfrågan. I princip måste emellertid samma typ av antagande göras om man utgår från en standardfördelning som på basis av historiskt material testats och visat sig väl överensstämma med den faktiska efterfrågefördelningen.

Silver och Peterson (1985, sid 268) anger tre nackdelar med att använda en verklig efterfrågefördelning. Den ena nackdelen är att det krävs ett mycket stort antal ledtidförbrukningar för att man säkert skall kunna ta hänsyn till perioder med stor förbrukning. Den andra nackdelen är att det är svårt att ta hänsyn till systematiska efterfrågeförändringar eftersom man då riskerar att inte kunna beakta tillräckligt många ledtidförbrukningar. En tredje nackdel är att den historik av ledtidförbrukningar som byggts upp blir av begränsat värde om ledtiden ändras. I takt med utvecklingen av allt kraftfullare processorer i dagens datorer och de allt större möjligheter som finns att lagra stora mängder data har dessa nackdelar blivit mindre och mindre relevanta. Resonemanget leder fram till följande forskningsfråga.

- Hur kan man generera verkliga efterfrågefördelningar och hur mycket betyder det att använda dem jämfört med att använda normalfördelningen vid dimensionering av säkerhetslager och beställningspunkter?

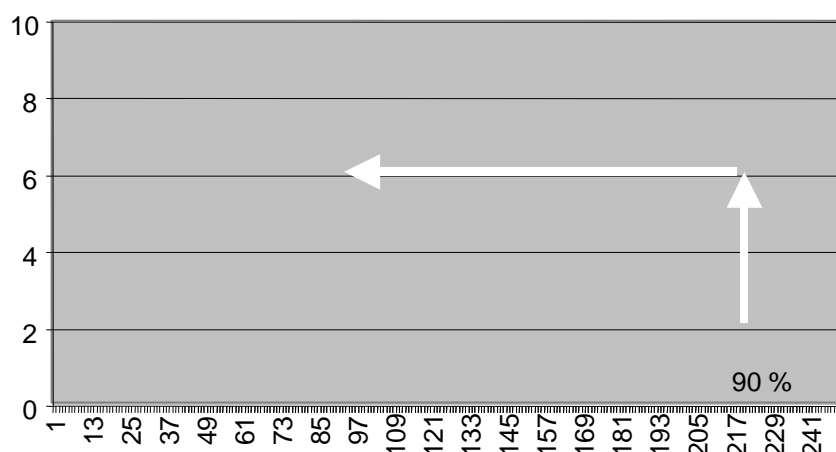
1.3 Syfte och avgränsningar

Det forskningsprojekt som redovisas i denna rapport syftar till att studera hur verkliga efterfrågefördelningar kan genereras med hjälp av efterfrågehistorik samt att analysera vilka beställningspunkter de ger jämfört med standardiserade normalfördelningar.

Dimensionering av beställningspunkter påverkas inte endast av variationer i efterfrågan utan även av variationer i ledtider för lagerpåfyllning. Detta inslag av osäkerhet behandlas emellertid inte här. Ledtiden antas vara konstant och känd. Vidare behandlas endast fall där efterfrågan varierar slumpmässigt utan förekomst av trender eller säsongvariationer.

2 Sätt att generera verkliga efterfrågefördelningar

Principen för att generera en efterfrågefördelning med utgångspunkt från historisk efterfrågan och att använda den vid dimensionering av beställningspunkter illustreras i figur 1. I diagrammet anger y-axeln förbrukning under ledtid och x-axeln antal gånger som förbrukningen under ledtid haft en viss storlek. Staplarna är sorterade efter stigande storlek på efterfrågan.



Figur 1 Genererad efterfrågefördelning för att bestämma beställningspunkter

Sammanlagt innehåller diagrammet 250 ledtidförbrukningar. Om man antar att önskad servicenivå fastställts till 90 %, dvs. lagerbrist kan endast accepteras i 10 % av alla lagercykler, bör man enligt diagrammet sätta beställningspunkten till 6 st. 90 % av alla ledtidförbrukningar, dvs. $0,9 * 250 = 225$, kommer då att vara sex eller färre.

I litteraturen finns det tre alternativa tillvägagångssätt för att generera empiriska efterfrågefördelningar. Samtliga utgår från historisk efterfrågan i form av faktisk förbrukning per period, exempelvis dag eller vecka. Ett av dessa tillvägagångssätt (Se exempelvis Brown, 1963 och Hax och Candea, 1984) innebär att man delar in hela den tid från vilken man vill ta hänsyn till den historiska efterfrågan i icke-överlappande intervall vars längd är lika med ledtiden. För varje sådant intervall beräknas summa efterfrågan. Man får då ett antal ledtidförbrukningar som motsvarar historikens kalendertid dividerat med ledtidens längd. Ledtidförbrukningar som är lika stora antalsberäknas och man får en serie av tal, $n(d)$, där $n(d)$ är lika med antal efterfrågeförbrukningar med efterfrågan lika med d . Från denna talserie beräknas $p(d)$, dvs. andelen ledtidförbrukningar med efterfrågan lika med d , genom att dividera $n(d)$ med $\sum n(d)$ över alla d . Akkumulerade sannolikheter för att efterfrågan under ledtid skall överstiga en viss efterfrågan kan därefter beräknas och beställningspunkten fastställas med utgångspunkt från önskad servicenivå. Det finns också en teknik utarbetad för att successivt uppdatera de beräknade sannolikheterna i takt med att nya efterfrågeförbrukningar blir kända.

Ett likartat sätt att gå tillväga har utvecklats av Wilcox (1970, sid 51). Även denna metod utgår från historisk efterfrågan per period, exempelvis dag eller vecka. Från och med varje sådan period och över hela den kalendertid som man vill använda efterfrågehistoriken för att generera en efterfrågefördelning skapas ledtidförbrukningar genom att summera efterfrågan över det antal perioder som motsvaras av ledtidens längd. Den första ledtidförbrukningen blir lika med $\sum dp(k)$ från 1 till L , där $dp(k)$ är lika med efterfrågan i period k och L lika med ledtidens längd i perioder. Den andra ledtidförbrukningen erhålls genom att på motsvarande sätt summera från period 2 till period $L+1$, den tredje genom att summera från period 3 till $L+2$ etc. På så sätt skapas ett antal ledtidförbrukningar som motsvarar antalet historikperioder minus ledtidens längd i perioder plus ett.

Ledtidsförbrukningar som är lika stora antalsberäknas och man får en serie av tal, $n(d)$, där $n(d)$ är lika med antal efterfrågeförbrukningar med efterfrågan lika med d . Från denna talserie beräknas på samma sätt som ovan $p(d)$, dvs. andelen ledtidsförbrukningar med efterfrågan lika med d , genom att dividera $n(d)$ med $\sum n(d)$ över alla d . Ackumulerade sannolikheter för att efterfrågan under ledtid skall överstiga en viss efterfrågan kan därefter beräknas och beställningspunkten fastställas med utgångspunkt från önskad servicenivå. Metoden kallas här sannolikhetsberäknad beställningspunkt.

Den tredje metoden bygger på en statistisk metodik som kallas bootstrapping och som innebär att man bygger upp en fördelning genom att slumpmässigt välja och därefter kombinera observationer. Användning av metoden i det är sammanhanget har bland andra redovisats av Bookbinder och Lordahl (1989, sid 302) samt Smart och Willemain (2000, sid 64)

Metoden utgår på samma sätt som de båda föregående från en följd av efterfrågedata per period. Ett slumpmässigt urval av lika många perioder som motsvaras av ledtidens längd görs därefter, dvs är ledtiden fyra perioder görs ett slumpmässigt urval av fyra perioder. Summan av efterfrågan i dessa perioder beräknas och får representera en observation från efterfrågans fördelning under ledtiden. Det slumpmässiga urvalet upprepas ett stort antal gånger så att ett tillräckligt stort antal observationer kan erhållas. Urvalet sker med vad som inom statistiken kallas urval med återläggning, dvs. alla perioder har lika stor sannolikhet att komma med vid varje urvalstillfälle. I ovan nämnda referenser talas det om 10.000-tals urval. Ju fler urval, desto mer representativ blir efterfrågefördelningen. De beräknade ledtidsförbrukningarna, $n(d)$, och sannolikheterna, $p(d)$, beräknas därefter på samma sätt som för de båda metoderna ovan.

Skillnaden mellan de tre metoderna är främst hur ett tillräckligt antal ledtidsförbrukningar skapas. När de väl tagits fram är beräkningsförfarandet detsamma. Jämförelsevis ställer den först nämnda metoden störst krav på att det finns en lång efterfrågehistorik för att kunna få ett acceptabelt antal ledtidsförbrukningar att basera beställningspunktsberäkningen på och den sistnämnda metoden minst krav. Det är framför allt i detta avseende som bootstrappingmetodens styrka ligger. Små krav på en lång efterfrågehistorik är speciellt en fördel i de fall det förekommer efterfrågetrender eller andra former av systematiska efterfrågeförändringar. Sådana systematiska förändringar gör att endast en mycket begränsad efterfrågehistorik kan vara representativ för den framtida efterfrågefördelningen.

Den förstnämnda metoden är enklast att förstå och den kräver minst omfattande och komplicerade beräkningar, speciellt i jämförelse med bootstrappingmetoden. Till bootstrappingmetodens nackdelar hör också att den inte kan ta hänsyn till förekommande korrelation mellan efterfrågan från period till period eftersom efterfrågevärden slumpmässigt hämtas från alla efterfrågehistorikens perioder när en ledtidsförbrukning skapas. För de båda övriga metoderna summeras efterfrågevärden från intilliggande perioder.

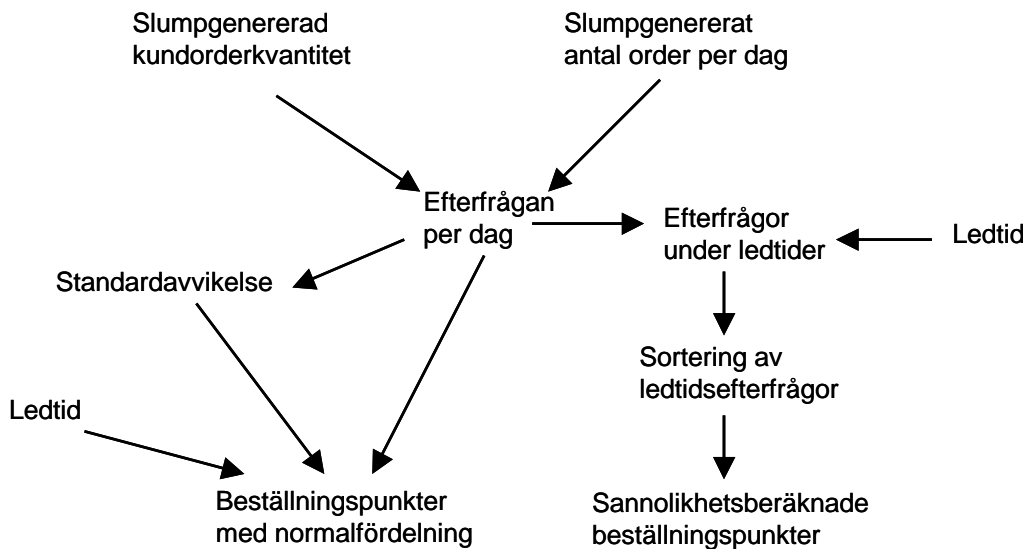
Ingen av de tre metoderna medför några problem om ledtiden förändras, förutsatt att efterfrågehistoriken lagras per period och inte per ledtidsintervall. Det är bara att göra om beräkningarna för den nya ledtiden.

Det förtjänas påpekas att ovanstående metoder inte endast utgör ett sätt att dimensionera beställningspunkter. De innebär också att medelefterfrågan under ledtid prognostiseras. Det innebär med andra ord att det inte som i fallet med standardfördelningar krävs en separat prognostisering av ledtidförbrukningen utöver beräkning av säkerhetslager vid dimensionering av beställningspunkter.

3 Angreppssätt och simuleringsmodell

För att analysera eventuella skillnader mellan beställningspunkter som beräknats med utgångspunkt från en normalfördelning respektive med hjälp av verkliga efterfrågefördelningar har simulering använts. Simuleringarna har genomförts med hjälp av Excel.

Simuleringarna baseras på en slumpgenererad efterfrågan per dag. Denna slumpgenererade efterfrågan har skapats genom att kombinera slumpmässigt bestämda kundorderkvantiteter och slumpmässigt bestämda antal order per dag. Med en sådan generering erhålls en efterfrågan som endast innehåller slumpmässiga variationer, dvs som är utan inslag av trendmässiga förändringar eller säsongvariationer. Slumpgenereringen är gjord så att efterfrågan i möjligaste mån kan förväntas motsvara verkliga förhållanden. En översiktlig illustration av simuleringsmodellen visas i figur 2.



Figur 2 Översikt över den använda simuleringsmodellen

Fyra olika efterfrågescenarier har analyserats. Ett scenario avser artiklar med mycket låg omsättning. En kundorder på mellan 1 och 3 st erhålls per kvartal. Ett scenario avser artiklar med låg omsättning. I detta scenario erhålls i medeltal en kundorder per månad med en kvantitet på mellan 1 och 3 styck. I scenariot med medelhög omsättning erhålls i medeltal en kundorder per vecka, också med en kvantitet på mellan 1 och 3 styck. Ett fjärde scenario avser hög omsättning och innebär att en kundorder erhålls i medeltal per dag, vardera med en kvantitet på mellan 1 och 3 st. För samtliga efterfrågescenarier har

simuleringar genomförts för ledtider på två veckor respektive 1 månad samt för servicenivåerna 90 %, 95 % respektive 97 %.

Beställningspunkter har beräknats halvårsvis. För antagandet om normalfördelad efterfrågan har de beräknats på traditionellt sätt som summan av prognostiserad förbrukning under ledtiden plus ett säkerhetslager som beräknats med utgångspunkt från efterfrågans standardavvikelse under ledtid och en önskad servicenivå. Prognoserna har genererats med hjälp av tolv månaders glidande medelvärden. Även de sannolikhetsberäknade beställningspunkterna har beräknats halvårsvis.

Simuleringarna har omfattat nitton halvår och t-tester har använts för att testa i vilken utsträckning som signifikanta skillnader föreligger mellan beställningspunkter erhållna med hjälp av normalfördelning respektive med hjälp av verklig sannolikhetsfördelning. Hypotesen att det inte föreligger några skillnader mellan beställningspunkter beräknade med utgångspunkt från ett antagande om normalfördelad efterfrågan och sannolikhetsberäknade beställningspunkter har testats med hjälp av t-fördelning med 36 frihetsgrader.

4 Resultat från beställningspunktsjämförelser

Detaljerade resultat från simuleringkörningarna redovisas i bilaga 1. I bilagan anges beställningspunkter beräknade med utgångspunkt från antagande om normalfördelning respektive som sannolikhetsgenererats, i tabellerna kallade verklig fördelning. Skillnader i procent samt mellan min- och maxvärden för de beräknade beställningspunkterna anges också. Likaså anges värdet på testfunktionen för gjorda signifikanstest. Resultaten sammanfattas i tabell 1 – 4 nedan. Skillnaderna i procent för olika servicenivåer avser beställningspunkter baserade på normalfördelning minus motsvarande sannolikhetsgenererade beställningspunkter i förhållande till beställningspunkter baserade på normalfördelning. Det kritiska området för testfunktionen för att nollhypotesen, dvs att det inte föreligger några skillnader mellan de olika sätten att beräkna beställningspunkter, är +/- 2,7 med en signifikansnivå på en procent. *-tecknet anger att en signifikant skillnad föreligger.

Tabell 1 Procentuella skillnader mellan beställningspunkter för fallet Mycket låg omsättning

<i>Ledtid</i>	<i>Skillnad i % S-nivå 90</i>	<i>Skillnad i % S-nivå 95</i>	<i>Skillnad i % S-nivå 97</i>	<i>Medelefterfrågan under ledtid</i>	<i>Variationskoefficient</i>
2 veckor	0,0	14,3	16,1*	0,32	2,62
1 månad	7,1	1,7	-6,5	0,68	1,74

Tabell 2 Procentuella skillnader mellan beställningspunkter för fallet Låg omsättning

<i>Ledtid</i>	<i>Skillnad i % S-nivå 90</i>	<i>Skillnad i % S-nivå 95</i>	<i>Skillnad i % S-nivå 97</i>	<i>Medelefterfrågan under ledtid</i>	<i>Variationskoefficient</i>
2 veckor	-11,7	2,5	14,9	1,02	1,63
1 månad	-3,0	4,8	6,4	2,14	1,13

Tabell 3 Procentuella skillnader mellan beställningspunkter för fallet Medelhög omsättning

<i>Ledtid</i>	<i>Skillnad i % S-nivå 90</i>	<i>Skillnad i % S-nivå 95</i>	<i>Skillnad i % S-nivå 97</i>	<i>Medelefterfrågan under ledtid</i>	<i>Variationskoefficient</i>
2 veckor	0,0	1,6	0,0	4,13	0,75
1 månad	-2,9	-2,3	-4,0	8,67	0,51

Tabell 4 Procentuella skillnader mellan beställningspunkter för fallet Hög omsättning

<i>Ledtid</i>	<i>Skillnad i % S-nivå 90</i>	<i>Skillnad i % S-nivå 95</i>	<i>Skillnad i % S-nivå 97</i>	<i>Medelefterfrågan under ledtid</i>	<i>Variationskoefficient</i>
2 veckor	-1,7	0,5	0,3	19,84	0,35
1 månad	-1,0	-1,2	-2,3	41,71	0,23

Som framgår av tabellerna föreligger det med ett undantag inte några signifikanta skillnader mellan beställningspunkter beräknade med hjälp av ett normalfördelningsantagande och sannlikhetsgenererade beställningspunkter. De procentuella skillnaderna är också för praktiskt bruk försumbara vid låga variationskoefficienter. De erhållna resultaten kan därför sägas stödja de riktlinjer som finns vad gäller när man kan tillåta sig att använda normalfördelning vid beräkning av beställningspunkter och säkerhetslager. Se exempelvis Mattsson (2003).

Det framgår emellertid också, att även om skillnaderna inte är signifikanta enligt den här studien, så är de procentuella skillnaderna mellan beställningspunkter genererade på respektive sätt inte försumbara vid höga variationskoefficienter. Vid mycket varierande efterfrågan kan det följaktligen finnas noggrannhetsskäl att använda sannolikhetsgenererade beställningspunkter eller att använda någon annan standardfördelning än normalfördelningen för att modellera efterfrågevariationerna. Några systematiska skillnader med avseende på vald servicenivå har inte kunnat identifieras.

För att också studera om storleken på beställningspunkterna varierar mer eller mindre från gång till gång med de olika beräkningsmetoderna har även standardavvikelser samt min- och maxvärden jämförts. Resultaten från denna jämförelse vid en servicenivå på 97 % redovisas i tabellerna 5 – 8.

Tabell 5 Maxvärden, minvärden och standardavvikelser för beställningspunkter vid fallet Mycket låg omsättning

	<i>Bpt Normal Ledtid 2 veckor</i>	<i>Bpt Slhbes- tämnd ledtid 2 veckor</i>	<i>Bpt Normal Ledtid 1 månad</i>	<i>Bpt Slhbes- tämnd ledtid 1 månad</i>
Maxvärde	3	4	5	4
Minvärde	2	2	2	3
Std avvik.	0,51	0,52	0,84	0,45

Tabell 6 Maxvärden, minvärden och standardavvikelser för beställningspunkter vid fallet Låg omsättning

	<i>Bpt Normal Leditid 2 veckor</i>	<i>Bpt Slhbes- tämd leddid 2 veckor</i>	<i>Bpt Normal Leditid 1 månad</i>	<i>Bpt Slhbes- tämd leddid 1 månad</i>
Maxvärde	8	7	12	11
Minvärde	3	3	4	4
Std avvik.	1,22	1,11	1,90	2,17

Tabell 7 Maxvärden, minvärden och standardavvikelser för beställningspunkter vid fallet Medelhög omsättning

	<i>Bpt Normal Leditid 2 veckor</i>	<i>Bpt Slhbes- tämd leddid 2 veckor</i>	<i>Bpt Normal Leditid 1 månad</i>	<i>Bpt Slhbes- tämd leddid 1 månad</i>
Maxvärde	13	12	21	20
Minvärde	8	8	14	14
Std avvik.	1,22	1,17	1,94	2,20

Tabell 8 Maxvärden, minvärden och standardavvikelser för beställningspunkter vid fallet Hög omsättning

	<i>Bpt Normal Leditid 2 veckor</i>	<i>Bpt Slhbes- tämd leddid 2 veckor</i>	<i>Bpt Normal Leditid 1 månad</i>	<i>Bpt Slhbes- tämd leddid 1 månad</i>
Maxvärde	37	38	68	65
Minvärde	29	27	52	49
Std avvik.	2,39	3,59	4,43	5,19

Som framgår av tabellerna kan inga för praktiskt bruk intressanta skillnader identifieras. De båda metoder för dimensionering av beställningspunkter kan därför betraktas som likvärdiga med avseende på hur mycket beställningspunkten varierar över tiden när det inte förekommer trender eller säsongvariationer i efterfrågan.

5 Resultatsammanfattning och slutsatser

De finns tre olika sätt att sannolikhetsgenerera beställningspunkter. Samtliga bygger på att man beräknar efterfrågan under ett antal leddider från förbrukningshistorik. Vilken av metoderna som är mest lämplig att använda beror i första hand på leddidens längd i förhållande till hur lång förbrukningshistorik man har och på hur många leddidsobservationer som behövs för att få en tillfredsställande noggrannhet vid beställningspunktberäkningen.

En fördel med att använda från historiken genererade fördelningar är att man inte blir beroende av bristande överensstämmelse mellan verklig efterfrågefördelning och den som modelleras med en standardfördelning. Tillvägagångssättet innehåller också en inbyggd prognostisering av efterfrågan under leddid, dvs. man behöver inte använda nå-

gon prognosmetod för att prognostisera framtida efterfrågan, speciellt i de fall det inte föreligger några nämnvärda trender eller säsongvariationer. Dessutom bedöms förfarandet vara lättare att förstå för personer utan utbildning i sannolikhetssteori och statistik.

En ytterligare fördel är att enstaka och exceptionellt stora förbrukningar som i princip är ovidkommande för säkerhetslagerdimensionering inte påverkar beräkningen av sannolikhetsgenererade beställningspunkter på samma sätt som de påverkar beräkningen av standardavvikelser vid användning av standardfördelningar. Den främsta nackdelen är att metoden inte finns tillgänglig i vanligt förekommande affärssystem på marknaden.

Beställningspunkter genererade med hjälp av antagande om normalfördelning och sannolikhetsgenererade beställningspunkter har jämförts för ett antal efterfrågefall, ledtidslängder och servicenivåer med hjälp av simulering. För efterfrågan med variationskoefficienter på storleksordningen 0,7 och mindre har inga signifikanta skillnader kunnat påvisas. Vid kraftigare efterfrågevariationer är skillnaderna inte försumbara även om det inte statistiskt inom ramen för den här studien gått att påvisa signifikanta skillnader.

Slutsatsen av den gjorda analysen är därför, att med avseende på precision i beräknade beställningspunkter saknar det betydelse om man sannolikhetsgenererar dem eller beräknar dem med utgångspunkt från ett normalfördelningsantagande i de fall efterfrågevariationerna är små. Andra för- och nackdelar med respektive tillvägagångssätt bör då i stället avgöra vilket av alternativen som är att föredra. Vid stora efterfrågevariationer och speciellt om det finns inslag av extremvärden i efterfrågan, vilket ofta är fallet för lågrörliga artiklar, kan det finnas skäl att överväga användning av sannolikhetsgenererad efterfrågan i stället för att basera beställningspunktsberäkningen på en antagen standardfördelning.

Referenser

Bookbinder, J. – Lordahl, A. (1989) Estimation of inventory re-order levels using the bootstrap statistical procedure, IIE Transactions, December, sid 302 -312.

Brown, R. (1963) Smoothing, forecasting and prediction of discrete time series, Prentice-Hall.

Delurgio, S. - Bhamed, C. (1991) Integrating forecasts and inventory management of low-volume demands, APICS's Conference Proceedings, sid 589 -593.

Hax, A. – Candea, D. (1984) Production and inventory management, Prentice-Hall.

Lau, H-S. (1989) Toward an inventory control system under non-normal demand and lead-time uncertainty, Journal of Business Logistics, Vol. 10 No. 1, sid 88-103.

Mattsson, S-A. (2003) Efterfrågefördelning vid bestämning av beställningspunkter och säkerhetslager, Intern forskningsrapport, Institutionen för Teknisk ekonomi och logistik, Lunds Universitet.

Silver, E. – Peterson, R. (1985) Decision systems for inventory management and production planning, John Wiley & Sons.

Smart, C. – Willemain, T. (2000) A new way to forecast intermittent demand, The Performance Advantage, Juni, sid 64-68.

Smart, C. (2002) Accurate intermittent demand/inventory forecasting: New technologies and dramatic results, APICS International Conference Proceedings.

Wilcox, J. (1970) How to forecast lumpy items, Production and Inventory Management, 1st Qtr, sid 51-54 .

Wilkinson, S. (1996) Service level and safety stock based on probability, Control, April, sid 23-25.

Zotteri, G. (2000) The impact of distributions of uncertain lumpy demand on inventories, Production Planning & Control, Jan – Feb, sid 32-43.

Analysresultat Jämförelse Normal-Verklig fördelning - Mycket låg omsättning**Servicenivå 90 %**

Ledtid	Normal	Verklig	Procent	Diff max	Diff min	Testfunktion	Medel	Var koeff
2 veckor	1,8	1,8	0,0	0	0	0,00	0,32	2,62
1 månad	2,7	2,9	7,1	0	0	1,10	0,68	1,74

Servicenivå 95 %

Ledtid	Normal	Verklig	Procent	Diff max	Diff min	Testfunktion	Medel	Var koeff
2 veckor	2,2	2,6	14,3	1	-1	1,62	0,32	2,62
1 månad	3,1	3,1	1,7	0	1	0,30	0,68	1,74

Servicenivå 97 %

Ledtid	Normal	Verklig	Procent	Diff max	Diff min	Testfunktion	Medel	Var koeff
2 veckor	2,5	2,9	16,1	1	0	2,81	0,32	2,62
1 månad	3,5	3,3	-6,5	-1	1	-0,96	0,68	1,74

Analysresultat Jämförelse Normal-Verklig fördelning - Låg omsättning**Servicenivå 90 %**

Ledtid	Normal	Verklig	Procent	Diff max	Diff min	Testfunktion	Medel	Var koeff
2 veckor	3,5	3,2	-11,7	-1	0	-1,48	1,02	1,63
1 månad	5,5	5,3	-3,0	0	0	-0,34	2,14	1,13

Servicenivå 95 %

Ledtid	Normal	Verklig	Procent	Diff max	Diff min	Testfunktion	Medel	Var koeff
2 veckor	4,2	4,3	2,5	-1	0	0,31	1,02	1,63
1 månad	6,3	6,6	4,8	-1	0	0,55	2,14	1,13

Servicenivå 97 %

Ledtid	Normal	Verklig	Procent	Diff max	Diff min	Testfunktion	Medel	Var koeff
2 veckor	4,5	5,3	14,9	-1	0	2,09	1,02	1,63
1 månad	6,9	7,4	6,4	-1	0	0,72	2,14	1,13

Analysresultat Jämförelse Normal-Verklig fördelning - Medelhög omsättning

Servicenivå 90 %

Ledtid	Normal	Verklig	Procent	Diff max	Diff min	Testfunktion	Medel	Var koeff
2 veckor	8,5	8,5	0,0	0	0	0,00	4,13	0,75
1 månad	15,0	14,6	-2,9	-1	0	-0,70	8,67	0,51

Servicenivå 95 %

Ledtid	Normal	Verklig	Procent	Diff max	Diff min	Testfunktion	Medel	Var koeff
2 veckor	9,7	9,9	1,6	0	0	0,44	4,13	0,75
1 månad	16,7	16,3	-2,3	0	-1	-0,53	8,67	0,51

Servicenivå 97 %

Ledtid	Normal	Verklig	Procent	Diff max	Diff min	Testfunktion	Medel	Var koeff
2 veckor	10,5	10,5	0,0	-1	0	0,00	4,13	0,75
1 månad	17,7	17,1	-4,0	-1	0	-1,02	8,67	0,51

Analysresultat Jämförelse Normal-Verklig fördelning - Hög omsättning

Servicenivå 90 %

Ledtid	Normal	Verklig	Procent	Diff max	Diff min	Testfunktion	Medel	Var koeff
2 veckor	28,7	28,2	-1,7	2	-1	-0,63	19,84	0,35
1 månad	53,8	53,3	-1,0	1	-1	-0,37	41,71	0,23

Servicenivå 95 %

Ledtid	Normal	Verklig	Procent	Diff max	Diff min	Testfunktion	Medel	Var koeff
2 veckor	31,0	31,2	0,5	2	-2	0,17	19,84	0,35
1 månad	57,4	56,7	-1,2	-1	-3	-0,45	41,71	0,23

Servicenivå 97 %

Ledtid	Normal	Verklig	Procent	Diff max	Diff min	Testfunktion	Medel	Var koeff
2 veckor	32,6	32,7	0,3	1	-2	0,11	19,84	0,35
1 månad	59,7	58,4	-2,3	-3	-3	-0,84	41,71	0,23